耳鼻咽喉科，頭頸部外科領域におけるレーザー医学の 近未来

Near Future of Laser Medicine in Otolaryngology and, Head and Neck Surgery

大山 勝，昇 卓夫，島 哲也，森山一郎

Masaru Ohyama, Takuo Nobori, Tetsuya Shima, Ichiro Moriyama

鹿児島大学耳鼻咽喉科

Kagoshima University Hospital

Abstract

Laser technology in clinical medicine, such as surgery, diagnostic procedure and laboratory examination, is advancing at a rapid rate during the past decade.

With increasing knowledge and development of device, it can be reasonably expected that the multidisciplinary and multispeciality application of various kinds of laser will much increase in the future. With the growing respects of interfacing lasers with computers, the new advanced laser system will be developed in automated and selfcontrolled surgery, including local hyperthermia and endoscopy works.

Additionally, the delivery systems of getting the laser with a low power energy to the subjects will be improved successfully in psychosomatic medicine, rehabilitation and health medicine in Otolaryngological field.

1. はじめに

過去 1/4 世紀の間に，メディカル・オプトエレクトロニクスの開発，導入により医学，医療の分野は，社会生活の電化のスピードにも劣らずめまぐるしい電化の波にさらされている。なかでも，レーザーは，人類が地球上に最初に生み出した人工の光として，すでに生体現象の計測や制御面で計り知れない貢献をしている¹⁾。いわば，レーザーこそは，文字通り“医学に光”をもたらし，精緻な先端医療技術の先導的役割を演じている。ここでは，現時点でのレーザー医学，とくに耳鼻咽喉科，頭頸部外

科領域で果しうるレーザー医学の役割を通して，近未来医学²⁾の一端を論ずることとする。

2. 臨床医学の科学性

自然科学の発展は，現象の数理化によって与えられたという。それは，情報を感知することに始まり，現象の伝達，数値への変換という過程を経て，最終的に，事象の制御につながるわけである。これを臨床医学にあてはめると，病態の計測，認識に始まり，病態から生ずる予期すべき事態の数値化が試みられて，究極的には病態制

図1 クリニカルサイバネティクス

図2

御へと活用されねばならない。(図1) これらの中で、計測、認知、予測の過程までは、診断学が、そして、認知、予測の一部をオーバーラップした形で制御までの段階が治療学に相当することになる。このことは、診断学は、何らかの形で治療に結びつくものでなければ真の意味での実践医学とはいえない。と同時に、治療学は、科学的根拠にたった診断学によって支えられねばならない。診断学と治療学は、車の両輪のようなものである筈である。しかしながら、昨今の診断学と治療学の異常な発展は、ともすれば、臨床医学における最も基本的でかつ重要な目標と、幾分か離れた形で独り歩きしているようでもある。今一度、現状をふり返ってみるべきであろう。

さて、診断学の理想は、1)患者に苦痛を与えずに無侵襲であること、2)短時間で計測ができること、3)客観性が高いこと、4)再現性があること、5)記録性にとむこと、6)操作性に優れ、かつ簡便であること、7)価格が安いこと、さらには、8)治療へ直ちに貢献できること等々である。(図2) これらの問題を念頭において、各方面からの病態診断を試みるべきことはいうまでもない。また、診断学は、情報量が多ければ多いほど、複雑な病態の解明に役立ち、かつ、その成績が同時に治療へ活用できるものであれば、より望ましい。

レーザー光には、その資格と可能性が十分秘められているものと考えられる。人類が地球上に始めて人工的に作り得た光であるので、医学の新しい目的に即して努力すれば、光源の開発や選択さらには、エネルギー調整などを行うことが可能である。それは、また、新しい診断

図3 温熱療法用セラミックスチップ

手法や治療手法の登場を意味し、かつ、リハビリテーションや健康科学、医療情報科学などの幅広い分野で、保健、医学に貢献できるものと思われる^{1),2)}。

3. 頭頸部癌に対する Nd-YAG レーザー局所温熱療法

接触型刺入用のセラミックスチップを開発し(図3)、これを接着したNd-YAGレーザー照射により、局所温熱療法を検討している^{3),4)}。

予備実験で、本セラミックスチップの周辺約1.5 cmの球状領域が、Nd-YAGレーザーの出力、約4～5 Wで43°Cに加温されることが判明した⁴⁾。また、局所レーザー加温を行った直後の家兎の舌組織の障害や反応の程度をアラキドン酸カスケード代謝物を指標にして検討したところ、少なくとも、その直後、および2日目では対照群との間に大差を認めないことも判った⁴⁾。換言すれば、局所レーザー温熱作用の場合、正常組織に生ずる炎症反応の程度は、左程著しいものでないことを示唆している。また、9周令のヌードマウスの背部皮下にヒト甲状腺未分化癌を移植して、4週後、凡そ200 mm³大に増殖したもののについて、本レーザー温熱治療(出力1 W, 41.5°C～43°C 20分間)を試みた。その結果、肉眼的に、5例中2例は、明らかに腫瘍の縮小効果がみられ残り3例についても、レーザー温熱療法を行った部位の壊死化がみられた。組織学的にも、明らかにその効果が証明された。(図4)、現在、Nd-YAGレーザー装置からレーザーを2～3本に分光し、三方向から刺入照射する方法に加えて、サーモセンサーによる温度測定とHe-Neレーザー光を用いた反射、吸収スペクトル分析

法^{5),6)}を組み合わせ、かつ、これらをそれぞれコンピューターで制御するなど、フィードバックループをもった温熱療法装置の実用化を企てている(図5)。本レーザー局所温熱療法は、今後、頭頸部の進展癌に対する集学療法の一助として、また、初期癌に対する単独療法の一つとして、臨床応用が大いに期待される。

4. 耳鼻咽喉科、頭頸部外科におけるレーザー医学応用の現況と近未来

耳鼻咽喉科、頭頸部外科領域は、人間の五感の中の大

図4 レーザー温熱療法後の組織変化

部分を司るとともに、呼吸や摂食などの生きるための基本的な器官の最前線として大きな役割を担っている。また、人間として文字通り顔を形造り、表情運動やコミュニケーションとも緊密に係っている。したがって、本領域の疾患は、健全な社会生活の享受を妨げ、かつ情操や美容の問題とも大きく係っている。これらとレーザー医学の応用の可能性を集約したのが図6である。これらの中で計測や診断部門では、レーザードプラー法による血流計測やレーザーホログラフィーによる鼓膜の振動様相の観察などがすでに行われている。しかし、元来、耳鼻咽喉科、頭頸部外科においては、視診、触診が重視されている。分光学的解析が可能になれば、より客観的な視診、すなわち“レーザー視診”も夢ではない。レーザー光ファイバーを利用して深部粘膜表面や血管内面の形態的、物性的、光化学的状态が観察されよう。われわれはすでに、ハロゲン光を光ファイバーで鼻粘膜に照射し、その反射光を同軸のファイバーで導き、分光した後、コンピューターでスペクトル解析のできる装置を開発し、副鼻腔や鼻アレルギー患者の鼻粘膜色調の客観的表示に成功している⁶⁾。また、気道粘膜表面に、落射光を当て粘液纖毛運動によって生ずるフリッカーを光電氣的に解析して、纖毛打数の他覚的計測法も行っている。しかし、いずれの場合も、組織レベルでの観察法であり、レーザー光を用いることによって、一段と精巧さを増すものと思われる。今後、これらの手法はより一層マイクロ化され、

Localized Hyperthermia Using Contact YAG Laser Computer System & Spectro Photometry System

図5

図 6

組織構成細胞や粘膜纖毛系の動態など、細胞レベルでの代謝や機能の検索へと発展してゆくであろう。また、シンクロトロン放射光から飛び出す自由電子レーザーなどによる X 線レーザー装置が実用化されると、分解能は、理論的には $100 \text{ \AA}$ 程度にまで向上するという。加えてこの X 線レーザーによるホログラフィーの技術が開発されると X 線 CT を用いることなく生体の微細な分子構造物が三次元的に可視化される可能性もある²⁾。その暁には、将に分子生物学レベルでの画像診断が臨床分野に導入される時であろう。微妙な表情運動や喉頭運動の詳細が、非接触、無侵襲、短時間計測法によって、質的、量的に解明されうる可能性も全く否定できない。以上のように、レーザー計測は将来の診断学に大きな期待をもたせるものであるが、耳鼻咽喉科、頭頸部外科領域で、現実にレーザーが使用されているのは、主として治療手段としてである^{3), 4), 7), 8)}。ところで、治療にレーザーを用いる場合、1) レーザーの強力なパワー(光力)を利用するもの、2) 低出力レーザー(光刺激)を用いるもの、3) 信号、画像として利用するもの、等々に分類されうる。頭頸部痛や難治性粘膜病変に対する CO_2 レーザーや Nd-YAG レーザー手術は、光力を利用した治療法にあたる。しかし、将来は、単なる熱力ではなくて、効率のよいエキシマレーザーや X 線レーザーなどの台頭によっては、光化学的レーザーメス、ないしは、微小域の量子的治療ともいえる新しい治療手段が登場するかもしれない²⁾。低出力レーザーは、すでに一部の臨床で、実用化されているが、神経インパルスの伝導の促進や抑制効果などが大いに期待されている。レーザー鎮痛法やレーザーリハビリテーションへの応用である。また、低出力レーザーを感染菌の殺菌、創傷治療の促進に用いる試みは、慢性炎症疾患に対する新しい治療法として今から注目されている。とくに、レーザーシャワーとそれに適合した薬物を処方することによって癌や免疫疾患治療への新たな挑戦も決して不可能ではなかろう。最後に、映像治療としては、光伝送によって生ずるマルチ画像を利用して、神経症やう

図 7

つ病、自閉症などの治療に用いることが企画されているという。

映像刺激によるサイコ、バイオフィードバックなどの精神療法(図 7)は、咽喉頭異常感症や自覚的耳鳴、めまいなどへの応用が期待される。

5. おわりに

医学におけるレーザーの応用は、診断、治療はもとより、医療情報、リハビリテーションと、その範囲は極めて大きい。医療に携わる者と器械開発に関与する者との間の絶え間ない交流が何にも増して大切である。また、レーザー医学に必要な周辺先端技術の開拓と導入も怠ってはならない。そして、将来は、第 2 世代、さらには第 3 世代のレーザー医療装置へとその発展が約束されている。その暁には、レーザーは単に医療のみならず人類の健康科学の面でも大いに貢献し得るところとなろう。

(本論文の要旨は、第 6 回日本レーザー医学会総会学術講演会(久留米市。1985 年)において口演した内容に加筆したものである。)

参考文献

- 1) 渥美和彦：レーザー医学の過去および現在，医学のあゆみ，124；309-321，1983.
- 2) 桜井靖久：レーザー医学の未来，医学のあゆみ 124；322-325，1983.
- 3) Ohyama, M. et al.: Treatment of Head and Neck Tumors by contact Nd-YAG Laser surgery, Auris, Nasus, Larynx, 12 : Suppl. II, 1985.
- 4) 大山勝也：頭頸部腫瘍に対する接触型 Nd-YAG Laser 手術，耳鼻臨床，79；986.
- 5) 佐藤信他：レーザーによるスペクトル診断と治療，

臨床 ME, 4;578-585, 1980.

6) Ohyama, M. et.: Reflectance Spectrophotometric Studies on Mucosal Pathology of the upper Airway, Laryngoscope, 92;1168-1172, 1982.

7) 平野実：頭頸部癌および喉頭疾患に対するレーザー治療，医学のあゆみ，124;438-451, 1983.

8) 井上鉄三：頭頸部腫瘍における CO₂ レーザーの応用，医学のあゆみ，124;446-451, 1983.